

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

18.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    6 月 1 8 日  
Date of Application:

REC'D 06 AUG 2004

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 7 3 9 1 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 7 3 9 1 4 ]

WIPO                      PCT

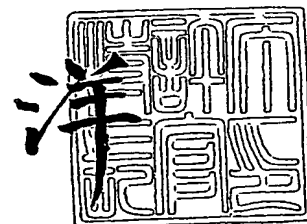
出 願 人                      日 本 電 信 電 話 株 式 会 社  
Applicant(s):

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (b) OR (c)

2 0 0 4 年    7 月 2 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 NTTH147237

【提出日】 平成15年 6月18日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04L 12/28

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 熊谷 智明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 大槻 信也

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 永田 健悟

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 蛭川 明則

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 太田 厚

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

【氏名】 相河 聡

【特許出願人】

【識別番号】 000004226

【氏名又は名称】 日本電信電話株式会社

【代理人】

【識別番号】 100072718

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 史旺

【電話番号】 3343-2901

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013354

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9701422

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の無線チャネルの利用が可能な 2 つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、

送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、互いに異なる複数のデータパケットをそれぞれ異なる複数の空いている無線チャネルを用いて並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 2】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、

前記無線局が 1 つもしくは複数のデータパケットを送信しているときに、まだ送信開始されていない送信待ち状態のデータパケットが存在する場合には、前記無線局が送信中の無線チャネル以外について無線チャネルの空き状況をチャネル毎にそれぞれ検出し、少なくとも 1 つの無線チャネルが空いていることを検出した場合には、送信待ち状態の前記データパケットを空いている無線チャネルを用いて送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 3】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局が 1 つもしくは複数のデータパケットを送信しているときには、その送信が完了するまで待機した後で次のデータパケットの送信を開始することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 4】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局は、まだ送信開始されていない送信待ち状態のデータパケットの数及び検出された空き状態の無線チャネルの数に基づいて、データパケットの送出を制御することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 5】 請求項 4 の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、まだ送信開始されていない送信待ち状態のデータパケットの数

が検出された空き状態の無線チャネルの数以下の場合には、送信待ち状態の全てのデータパケットを同じ数の空き状態の無線チャネルを用いて同時に並列送信し、送信待ち状態のデータパケットの数が検出された空き状態の無線チャネルの数を超える場合には、空き状態の無線チャネルの数と同数の送信待ち状態のデータパケットを空き状態の無線チャネルを用いて同時に並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 6】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局は、空間分割多重を用いて各々の無線チャネルで独立した複数の信号を同時に伝送することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 7】 請求項 6 の無線パケット通信方法において、

前記無線局は、まだ送信開始されていない送信待ち状態のデータパケットの数が検出された空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数以下の場合には、送信待ち状態の全てのデータパケットを空き状態の複数の無線チャネルを用いて同時に並列送信し、送信待ち状態のデータパケットの数が検出された空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数を超える場合には、空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数と同数の送信待ち状態のデータパケットを空き状態の無線チャネルを用いて同時に並列送信する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 8】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、

複数の無線チャネルを用いて送信された複数のデータパケットを受信する無線局は、自局が送出したデータパケット以外の全ての受信可能なデータパケットについて無線チャネル毎に受信処理を行い、受信したデータパケットが自局宛でなかった場合には当該データパケットを破棄する

ことを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項 9】 請求項 1 の無線パケット通信方法において、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第 1 のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第 2 のモードと、複数の無線チャネルを同時

に用い空間分割多重を併用しない第3のモードとの何れかを、検出した空き無線チャンネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項10】 請求項1の無線パケット通信方法において、単一の無線チャンネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャンネルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャンネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードと、複数の無線チャンネルを同時に用い空間分割多重を併用する第4のモードとの何れかを、検出した空き無線チャンネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択することを特徴とする無線パケット通信方法。

【請求項11】 複数の無線チャンネルの利用が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信装置において、

各無線局に、

入力されたデータパケットに対して変調及び周波数変換を含む必要な処理を施し予め定められた無線チャンネルを用いて無線信号として送信するデータパケット送信手段と、前記無線チャンネルの空き状況を検出するとともに、前記無線チャンネルを介して送信された無線信号を受信し周波数変換及び復調を含む必要な処理を施してデータパケットを受信するデータパケット受信手段とを含む無線パケット送受信手段を複数の無線チャンネルのそれぞれについて設けるとともに、

送信すべきデータパケットを一時的に保持するとともに保持しているデータパケットの数を出力し、パケット送出の要求を受けた場合には保持しているデータパケットの中から要求された数のデータパケットを読み出して出力する送信バッファ手段と、

予め定められた複数の無線チャンネルのそれぞれに関する空き状況の情報と、前記送信バッファ手段に保持されているデータパケットの数とを取得し、これらの情報に基づいて同時に送信するデータパケット数を決定するとともに、空き状態の複数の無線チャンネルの中から複数のデータパケットの同時送信に用いる複数の無線チャンネルを選定する送信チャンネル選択制御手段と、

前記送信チャネル選択制御手段が決定したデータパケット数と同数のデータパケットの送出を前記送信バッファ手段に要求し、前記送信バッファ手段から出力された複数のデータパケットのそれぞれを前記送信チャネル選択制御手段が選択した複数の無線チャネルの何れかに対応付け、該当する無線チャネルの無線パケット送受信手段に与えるパケット振り分け送信制御手段とを設けたことを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 12】 請求項 11 の無線パケット通信装置において、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第 1 のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第 2 のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第 3 のモードとの何れかを、検出した空き無線チャネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択する手段を更に設けたことを特徴とする無線パケット通信装置。

【請求項 13】 請求項 11 の無線パケット通信装置において、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第 1 のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第 2 のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第 3 のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用する第 4 のモードとの何れかを、検出した空き無線チャネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択する手段を更に設けたことを特徴とする無線パケット通信装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

#### 【発明の属する技術分野】

本発明は、複数の無線局間で無線媒体を介してデータパケットを伝送する場合に用いられる無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置に関する。

#### 【0002】

#### 【従来の技術】

本発明と関連のある従来技術としては、非特許文献 1、非特許文献 2 及び非特許文献 3 が知られている。

例えば非特許文献 1 に示されたような標準規格に準拠する従来の無線パケット

通信システムにおいては、使用する無線チャネルを事前に1つだけ決めておき、パケットの送信に先立って当該無線チャネルの空き状況を検出し、チャネルが使用されていなかった場合にのみ1つのパケットを送信する。また、このような制御により1つの無線チャネルを複数の無線局で互いに時間をずらして共用することができる。

#### 【0003】

このような無線パケット通信システムに用いられる従来の無線局は、図11に示すように送信バッファ、パケット送信制御部、変調器、無線送信部、無線受信部、キャリア検出部、復調器、パケット選択部、アンテナ、ヘッダ付加部及びヘッダ除去部を備えている。

送信すべき1つ又は複数のデータフレームからなる送信データフレーム系列は、図11のヘッダ付加部に入力される。実際のデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームが用いられる。

#### 【0004】

ヘッダ付加部は、入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、当該データフレームの宛先となる無線パケット通信装置のID情報を含む制御情報を付加し、図11に示すようなデータパケットを生成する。このようなデータパケットで構成されるデータパケット系列が、ヘッダ付加部から出力され送信バッファに入力される。

#### 【0005】

送信バッファは入力された1つ又は複数のデータパケットをバッファリングし、一時的に保持する。

一方、他の無線局が予め定めた1つの無線チャネル（以下、特定無線チャネル）で送信した無線信号は、自局のアンテナで受信され無線受信部に入力される。この無線受信部は、アンテナから入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波、AD（アナログーデジタル）変換等の受信処理を施す。

#### 【0006】

なお、無線受信部は前記特定無線チャネルに対応する受信処理だけを行う。ま



た、自局のアンテナが送信のために使用されている時を除き、他の無線パケット通信装置が送信したデータパケットの有無とは無関係に、アンテナで受信された無線信号は無線受信部に入力される。従って、無線受信部はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行うことができる。

#### 【0007】

前記特定無線チャネルで他の無線パケット通信装置からデータパケットが送信された場合には、自局の無線受信部における受信処理の結果として、受信したデータパケットに対応する複素ベースバンド信号が受信信号として得られる。また、同時に前記特定無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表すRSSI (Received Signal Strength Indicator) 信号が得られる。

#### 【0008】

なお、RSSI信号は、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に無線受信部から出力される。従って、前記特定無線チャネルでデータパケットが送信されていない場合には、前述の複素ベースバンド信号は出力されないが、当該無線チャネルにおけるRSSI信号が無線受信部から出力される。

#### 【0009】

無線受信部から出力される受信信号及びRSSI信号は、復調器及びキャリア検出部にそれぞれ入力される。

キャリア検出部は、入力されたRSSI信号によってそれぞれ示される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較し、受信電界強度の値が閾値よりも小さい場合には前記特定無線チャネルが空き無線チャネルであると判定し、それ以外の場合には前記特定無線チャネルがビジーであると判定する。この判定結果がキャリア検出結果としてキャリア検出部から出力される。

#### 【0010】

キャリア検出部から出力されるキャリア検出結果は、パケット送信制御部に入力される。

パケット送信制御部は、入力されたキャリア検出結果を参照し、前記特定無線チャネルが空き状態か否かを認識する。そして、前記特定無線チャネルが空き状

態であった場合には、バッファ中の 1 つのデータパケットを出力することを要求する要求信号を送信バッファに与える。

#### 【0011】

送信バッファは、パケット送信制御部からの前記要求信号を受信すると、送信バッファが保持しているデータパケットのうち、送信バッファに入力された時刻が最も早いデータパケットを取り出してパケット送信制御部に与える。

パケット送信制御部は、送信バッファから入力されたデータパケットを変調器に対して出力する。変調器は、入力されたデータパケットに所定の変調処理を施して無線送信部に出力する。

#### 【0012】

無線送信部は、変調処理後のデータパケットを変調器から入力し、このデータパケットに対して DA（ディジタルーアナログ）変換、周波数変換、フィルタリング、電力増幅等の送信処理を施す。

なお、無線送信部は前述の特定無線チャネルのみに対する送信処理を行う。無線送信部で送信処理されたデータパケットは、アンテナを介して送信される。

#### 【0013】

一方、復調器は、無線受信部から入力された受信信号に対して復調処理を行う。この復調処理の結果として得られるデータパケットは、パケット選択部に与えられる。

パケット選択部は、復調器から入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、このデータパケットの先頭には図 11 に示すような宛先に関する ID 情報が付加されているので、この ID 情報が自局と一致するか否かを調べることにより、自局宛のデータパケットとそれ以外とを区別する。

#### 【0014】

パケット選択部は、自局宛に送信されたデータパケットを受信した場合には当該パケットを受信データパケット系列としてヘッダ除去部に出力し、それ以外のパケットを受信した場合には当該パケットを破棄する。

ヘッダ除去部は、パケット選択部から入力された受信データパケット系列の各

々のデータパケットに付加されている宛先のID情報を含む制御情報を除去して元のデータフレームを抽出し、受信データフレーム系列として出力する。

#### 【0015】

以上に説明したような構成の無線局は、他の無線局（無線パケット通信装置）との間で、予め定めた1つの無線チャネルを介してデータパケットの送受信を行うことができる。

一方、非特許文献2においては、上述のような無線パケット通信技術において、周波数帯域を拡大することなく最大スループットを更に向上させるために、空間分割多重（SDM: Space Division Multiplexing）方式を適用することを提案している。

#### 【非特許文献1】

小電力データ通信システム／広帯域移動アクセスシステム（CSMA）標準規格、ARIB STD-T71 1.0版、(社)電波産業会、平成12年策定

#### 【非特許文献2】

黒崎ほか、MIMOチャネルにより100Mb/sを実現する広帯域移動通信用SDM-COFDM方式の提案、信学技報、A-P2001-96、RCS 2001-135（2001-10）

#### 【非特許文献3】

飯塚ほか、IEEE 802.11a 準拠 5GHz 帯無線LANシステム ーパケット伝送特性ー、B-5-124、2000年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会、2000年9月

#### 【0016】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述のような無線パケット通信技術において、最大スループットを向上させるための方法としては、変調多値数を増加すること、空間分割多重を適用すること、1チャネルあたりの周波数帯域幅の拡大により無線区間のデータ伝送速度を高速化することなどが考えられる。

#### 【0017】

しかし、例えば非特許文献3の中でも指摘されているように、パケット衝突回

避のためにはパケットの送信直後に無線区間のデータ伝送速度に依存しない一定の送信禁止期間を設ける必要がある。この送信禁止期間を設けると、無線区間のデータ伝送速度が増大するにつれてデータパケットの転送効率（無線区間のデータ伝送速度に対する最大スループットの比）が低下することになるので、無線区間のデータ伝送速度を上げるだけではスループットの大幅な向上は困難であった。

#### 【0018】

本発明は、スループットの大幅な向上が可能な無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置を提供することを目的とする。

#### 【0019】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1は、複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、互いに異なる複数のデータパケットをそれぞれ異なる複数の空いている無線チャネルを用いて並列送信することを特徴とする。

#### 【0020】

請求項1においては、例えば2つの無線チャネルが同時に空き状態であれば、これらの2つの無線チャネルを同時に使用して互いに異なる2つのデータパケットを並列に同時送信することができる。

従って、複数の無線チャネルが同時に空き状態であれば、変調多値数や1チャネルあたりの周波数帯域幅を増やして各々の無線チャネルのデータ伝送速度を増加させなくても、同時に使用する無線チャネルの数に応じて最大スループットが改善される。

#### 【0021】

また、このように並列送信する場合の最大スループットは、各々のチャネルにおけるスループットの総和であり、各チャネルの転送効率の変化を伴わないので

、最大スループットの大幅な向上が可能になる。

請求項 2 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局が 1 つもしくは複数のデータパケットを送信しているときに、まだ送信開始されていない送信待ち状態のデータパケットが存在する場合には、前記無線局が送信中の無線チャネル以外について無線チャネルの空き状況をチャネル毎にそれぞれ検出し、少なくとも 1 つの無線チャネルが空いていることを検出した場合には、送信待ち状態の前記データパケットを空いている無線チャネルを用いて送信することを特徴とする。

#### 【0022】

請求項 2 においては、1 つ又は複数の無線チャネルを用いてデータパケットを送信しているときに、他の無線局の送信が終了して新たな空き無線チャネルができたような場合には、自局が同時に使用する無線チャネルの数を増やし、並列送信するデータパケットの数を増やすことができる。従って、最大スループットが改善される。

#### 【0023】

また、送信中のデータパケットの送信が完了するのを待つ必要がないので、空いている無線チャネルを効率よく利用することができ、実効スループットも大幅に改善される。

請求項 3 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局が 1 つもしくは複数のデータパケットを送信しているときには、その送信が完了するまで待機した後で次のデータパケットの送信を開始することを特徴とする。

#### 【0024】

これにより、無線チャネル間に電力の漏洩が発生する場合であっても、無線チャネル間で干渉が生じるのを防ぐことができ、送達確認パケットを確実に受信できる。

請求項 4 は、請求項 1 の無線パケット通信方法において、前記無線局は、まだ送信開始されていない送信待ち状態のデータパケットの数及び検出された空き状態の無線チャネルの数に基づいて、データパケットの送出を制御することを特徴とする。

## 【0025】

請求項5は、請求項4の無線パケット通信方法において、前記無線局は、まだ送信開始されていない送信待ち状態のデータパケットの数が検出された空き状態の無線チャネルの数以下の場合には、送信待ち状態の全てのデータパケットを同じ数の空き状態の無線チャネルを用いて同時に並列送信し、送信待ち状態のデータパケットの数が検出された空き状態の無線チャネルの数を超える場合には、空き状態の無線チャネルの数と同数の送信待ち状態のデータパケットを空き状態の無線チャネルを用いて同時に並列送信することを特徴とする。

## 【0026】

請求項5においては、空き状態の全ての無線チャネルで同時送信可能な最大数のデータパケットを、空き無線チャネルを検出した直後に送信することが可能であるため、空き無線チャネルを無駄にすることなく効率よくデータパケットを送信できる。これにより実効的なスループットが向上する。

請求項6は、請求項1の無線パケット通信方法において、前記無線局は、空間分割多重を用いて各々の無線チャネルで独立した複数の信号を同時に伝送することを特徴とする。

## 【0027】

請求項7は、請求項6の無線パケット通信方法において、前記無線局は、まだ送信開始されていない送信待ち状態のデータパケットの数が検出された空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数以下の場合には、送信待ち状態の全てのデータパケットを空き状態の複数の無線チャネルを用いて同時に並列送信し、送信待ち状態のデータパケットの数が検出された空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数を超える場合には、空き状態の全ての無線チャネルで空間分割多重により同時に伝送できるデータパケットの総数と同数の送信待ち状態のデータパケットを空き状態の無線チャネルを用いて同時に並列送信することを特徴とする。

## 【0028】

請求項7においては、空き状態の全ての無線チャネルで同時送信可能な最大数

のデータパケットを、空き無線チャネルを検出した直後に送信することが可能であるため、空き無線チャネルを無駄にすることなく効率よくデータパケットを送信できる。また、空間分割多重を併用することにより、空き状態のチャネル数が少ない場合でも同時に多数のデータパケットを同時送信することが可能になる。

#### 【0029】

請求項8は、請求項1の無線パケット通信方法において、複数の無線チャネルを用いて送信された複数のデータパケットを受信する無線局は、自局が送出したデータパケット以外の全ての受信可能なデータパケットについて無線チャネル毎に受信処理を行い、受信したデータパケットが自局宛でなかった場合には当該データパケットを破棄することを特徴とする。

#### 【0030】

請求項8においては、相手の無線局が空いている複数の無線チャネルを用いて複数のデータパケットを同時に並列送信する場合に、送信された全てのデータパケットを受け取ることができる。また、他局宛に送信されたデータパケットは破棄されるので、自局宛のデータパケットだけを抽出することができる。

請求項9は、請求項1の無線パケット通信方法において、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードとの何れかを、検出した空き無線チャネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択することを特徴とする。

#### 【0031】

請求項10は、請求項1の無線パケット通信方法において、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用する第4のモードとの何れかを、検出した空き無線チャネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択することを特徴とする。

## 【0032】

請求項11は、複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信装置において、各無線局に、入力されたデータパケットに対して変調及び周波数変換を含む必要な処理を施し予め定められた無線チャネルを用いて無線信号として送信するデータパケット送信手段と、前記無線チャネルの空き状況を検出するとともに、前記無線チャネルを介して送信された無線信号を受信し周波数変換及び復調を含む必要な処理を施してデータパケットを受信するデータパケット受信手段とを含む無線パケット送受信手段を複数の無線チャネルのそれぞれについて設けるとともに、送信すべきデータパケットを一時的に保持するとともに保持しているデータパケットの数を出力し、パケット送出の要求を受けた場合には保持しているデータパケットの中から要求された数のデータパケットを読み出して出力する送信バッファ手段と、予め定められた複数の無線チャネルのそれぞれに関する空き状況の情報と、前記送信バッファ手段に保持されているデータパケットの数とを取得し、これらの情報に基づいて同時に送信するデータパケット数を決定するとともに、空き状態の複数の無線チャネルの中から複数のデータパケットの同時送信に用いる複数の無線チャネルを選定する送信チャネル選択制御手段と、前記送信チャネル選択制御手段が決定したデータパケット数と同数のデータパケットの送出を前記送信バッファ手段に要求し、前記送信バッファ手段から出力された複数のデータパケットのそれぞれを前記送信チャネル選択制御手段が選択した複数の無線チャネルの何れかに対応付け、該当する無線チャネルの無線パケット送受信手段に与えるパケット振り分け送信制御手段とを設けたことを特徴とする。

## 【0033】

請求項11の無線パケット通信装置を用いることにより、複数の無線チャネルが同時に空き状態である場合には、空いている複数の無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットの送受信を行うことが可能になり、最大スループットの大幅な改善が可能になる。

請求項12は、請求項11の無線パケット通信装置において、単一の無線チャ



ネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードとの何れかを、検出した空き無線チャネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択する手段を更に設けたことを特徴とする。

#### 【0034】

請求項13は、請求項11の無線パケット通信装置において、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第1のモードと、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第2のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第3のモードと、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用する第4のモードとの何れかを、検出した空き無線チャネル数及び送信待ち状態のデータパケット数の少なくとも一方に基づいて選択する手段を更に設けたことを特徴とする。

#### 【0035】

##### 【発明の実施の形態】

##### （第1の実施の形態）

本発明の無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置の1つの実施の形態について図1～図5及び図10を参照して説明する。この形態は請求項1～請求項5、請求項8及び請求項11に対応する。

#### 【0036】

図1は送信処理（1）を示すフローチャートである。図2はこの形態の無線局の構成を示すブロック図である。図3は受信処理を示すフローチャートである。図4はこの形態のデータパケットの構成を示す模式図である。図5は送信処理（2）を示すフローチャートである。図10は各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

#### 【0037】

この形態では、請求項11の無線パケット送受信手段、送信バッファ手段、送信チャネル選択制御手段及びパケット振り分け送信制御手段は、それぞれ送受信処理部10、送信バッファ22、送信チャネル選択制御部23及びパケット振り

分け送信制御部 24 に対応する。

この形態では、図 2 に示すように構成された無線局を 2 つ用いてこれらの無線局の間で無線回線を介してデータパケットを伝送する場合を想定している。勿論、これらの無線局の周囲には、同じ無線チャネルを利用する他の無線局も存在する可能性がある。実際には、例えば無線 LAN システムを構成する無線基地局や無線端末をこれらの無線局として想定することができる。

#### 【0038】

図 2 に示す無線局は、複数の送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3), . . . と、ヘッダ付加部 21, 送信バッファ 22, 送信チャネル選択制御部 23, パケット振り分け送信制御部 24, パケット順序管理部 25 及びヘッダ除去部 26 とを備えている。

送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3) は、互いに異なる無線チャネルで無線通信を行う。これらの無線チャネルは、互いに無線周波数などが異なっているので、送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3) が使用する無線回線は互いに独立している。

#### 【0039】

各々の送受信処理部 10 は、変調器 11, 無線送信部 12, アンテナ 13, 無線受信部 14, 復調器 15, パケット選択部 16 及びキャリア検出部 17 を備えている。1 つの無線局に設ける送受信処理部 10 の数については必要に応じて変更できる。

図 2 に示す無線局においては、複数の送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3) を備えているので、同時に複数の無線チャネルを利用して無線通信することができる。

#### 【0040】

ヘッダ付加部 21 の入力には、送信すべき送信データフレーム系列が入力される。この送信データフレーム系列は、1 つあるいは複数のデータフレームで構成される。実際に扱うデータフレームとしては、例えばイーサネット（登録商標）フレームなどが想定される。

ヘッダ付加部 21 は、図 4 に示すようなデータパケットを生成する。すなわち

、ヘッダ付加部 21 に入力された送信データフレーム系列中の各々のデータフレームに対して、当該データフレームの宛先となる宛先無線局の ID 情報と、当該無線局が送信するデータフレームの順番を表すシーケンス番号を含む制御情報を付加する。

#### 【0041】

ヘッダ付加部 21 が生成したデータパケットは、データパケット系列として送信バッファ 22 に入力される。送信バッファ 22 は、入力された 1 つあるいは複数のデータパケットをバッファリングして一時的に保持する。また、送信バッファ 22 は現在保持しているデータパケットの数を表す情報を送信チャネル選択制御部 23 に逐次与える。

#### 【0042】

一方、他の無線局が送信した無線信号が各送受信処理部 10(1)、10(2)、10(3)の何れかに割り当てられた無線チャネルで送信された場合には、無線信号の電波は該当する送受信処理部 10 のアンテナ 13 で受信され、無線受信部 14 に入力される。

予め割り当てられた無線チャネルの無線信号がアンテナ 13 から入力されると、無線受信部 14 は、入力された無線信号に対して、周波数変換、フィルタリング、直交検波及び AD 変換を含む受信処理を施す。

#### 【0043】

なお、各送受信処理部 10(1)、10(2)、10(3)の無線受信部 14 は、それぞれ予め割り当てられた無線チャネルに対応する受信処理を行う。また、各送受信処理部 10(1)、10(2)、10(3)の無線受信部 14 には、それぞれに接続されたアンテナ 13 が送信のために使用されていない時には、他の無線局が送信したデータパケットの有無とは無関係に常にアンテナ 13 を介して割り当てられた無線チャネルを含む無線伝搬路上の無線信号が入力されており、無線受信部 14 はデータパケットの有無に合わせて適切な受信処理を行う。

#### 【0044】

割り当てられた無線チャネルでデータパケットが送信されていた場合には、受信した無線信号に対応するベースバンド信号が無線受信部 14 から出力される。

また、割り当てられた無線チャネルにおける受信信号の受信電界強度を表す RSSI 信号が無線受信部 14 から出力される。

#### 【0045】

なお、RSSI 信号は該当する無線チャネルでデータパケットが送信されていたか否かとは無関係に、接続されたアンテナ 13 が送信状態でなければ無線受信部 14 から常に出力される。

無線受信部 14 から出力される受信信号及び RSSI 信号は、復調器 15 及びキャリア検出部 17 にそれぞれ入力される。

#### 【0046】

キャリア検出部 17 は、RSSI 信号が入力されると、その信号によって表される受信電界強度の値と予め定めた閾値とを比較する。そして、所定の計算方法で算出される時間の間に渡って連続的に受信電界強度が前記閾値よりも小さい状態が継続すると、割り当てられた無線チャネルが空き無線チャネルであると判定し、それ以外の場合には割り当てられた無線チャネルがビジーであると判定する。この判定結果を各キャリア検出部 17 はキャリア検出結果 CS (1), CS (2), CS (3) として出力する。

#### 【0047】

なお、各送受信処理部 10 において、アンテナ 13 が送信状態である場合にはキャリア検出部 17 には RSSI 信号が入力されない。また、アンテナ 13 が既に送信状態にある場合には、同じアンテナ 13 を用いて他のデータパケットを無線信号として同時に送信することはできない。

従って、各キャリア検出部 17 は RSSI 信号が入力されなかった場合には、割り当てられた無線チャネルがビジーであることを示すキャリア検出結果を出力する。

#### 【0048】

各無線チャネルのキャリア検出部 17 から出力されるキャリア検出結果 CS (1), CS (2), CS (3) は送信チャネル選択制御部 23 に入力される。送信チャネル選択制御部 23 は、これらのキャリア検出結果 CS (1), CS (2), CS (3) と、送信バッファ 22 から出力されるデータパケット数とに基づいて、送信するデ

ータパケット数を決定する。また、送信チャネル選択制御部 23 はデータパケットの送信に用いる無線チャネルを選択し、選択結果の情報をパケット振り分け送信制御部 24 に与える。

#### 【0049】

送信チャネル選択制御部 23 は、例えば空き無線チャネル数  $N$  が送信バッファ 22 から通知されたデータパケット数  $K$  以上の場合には、このデータパケット数  $K$  を同時に送信するデータパケット数として決定し、決定した送信データパケット数と同数の 1 つ又は互いに異なる複数の無線チャネルを前記空き無線チャネルの中から選択し、その結果をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する。

#### 【0050】

また、空き無線チャネル数  $N$  が送信バッファ 22 から通知されたデータパケット数  $K$  よりも少なかった場合には、空き無線チャネル数  $N$  を同時に送信するデータパケット数として決定し、全ての空き無線チャネルを選択してその結果をパケット振り分け送信制御部 24 に通知する。

一方、パケット振り分け送信制御部 24 は、送信チャネル選択制御部 23 から通知された無線チャネルの選択結果から得られる送信データパケット数に基づいて、これと同数のデータパケットの出力を要求する要求信号を送信バッファ 22 に出力する。

#### 【0051】

送信バッファ 22 は、パケット振り分け送信制御部 24 から入力された要求信号の内容を参照し、送信バッファ 22 が保持しているデータパケットのうち、送信バッファ 22 に入力された時刻が早いデータパケットから順に、要求された数のデータパケットを抽出してパケット振り分け送信制御部 24 に出力するとともに、抽出されたデータパケットを送信バッファ 22 上から消去する。

#### 【0052】

パケット振り分け送信制御部 24 は、送信バッファ 22 から入力された各々のデータパケットと送信チャネル選択制御部 23 が選択した無線チャネルとの対応付けを行う。

例えば、送受信処理部 10 (1), 10 (2), 10 (3) にそれぞれ無線チャネル  $C$

1, C2, C3が割り当てられている場合に、3つの無線チャンネルC1, C2, C3が全て空き無線チャンネルであり、送信チャンネル選択制御部23が3つの無線チャンネルC1, C2, C3を全て選択し、送信バッファ22から3つのデータパケット同時にが入力された場合には、これらの3つのデータパケットをそれぞれ空き無線チャンネルC1, C2, C3に順番に対応付ければよい。

#### 【0053】

このような対応付けの結果、無線チャンネルC1に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10(1)内の変調器11に入力され、無線チャンネルC2に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10(2)内の変調器11に入力され、無線チャンネルC3に対応付けられたデータパケットは送受信処理部10(3)内の変調器11に入力される。

#### 【0054】

各変調器11は、パケット振り分け送信制御部24からデータパケットが入力されると、そのデータパケットに対して所定の変調処理を施して無線送信部12に出力する。

各無線送信部12は、変調器11から入力された変調処理後のデータパケットに対して、DA変換、周波数変換、フィルタリング及び電力増幅を含む送信処理を施す。各無線送信部12は、それぞれ予め割り当てられた1つの無線チャンネルに対応した送信処理を行う。無線送信部12によって送信処理が施されたデータパケットは、アンテナ13を介して無線信号として送信される。

#### 【0055】

図2に示す無線局が行う送信処理の概要について、図1を参照しながら説明する。

ステップS11では、利用可能な全ての無線チャンネルの中から全ての空き無線チャンネルを検索する。実際には、各送受信処理部10のキャリア検出部17を用いてチャンネル毎に無線チャンネルの空き状況を検出する。検出した空き無線チャンネルの総数をNとする。空き無線チャンネルを1つ以上検出した場合にはS12から次のステップS13に進む。

#### 【0056】

ステップS13では、送信バッファ22上で送信待ち状態にあるデータパケット（まだ送信開始していないもの）の数Kを送信バッファ22から取得する。

送信待ち状態のデータパケット数Kが1以上であれば、ステップS14から次のS15に進み、データパケット数Kと空き無線チャネルの総数Nとを比較する。そして（ $K > N$ ）であればステップS15からS16に進み、（ $K \leq N$ ）であればステップS15からS17に進む。

#### 【0057】

ステップS16では、全ての空き無線チャネル（N個）を同時に使って、N個のデータパケットを同時に送信する。ステップS17では、送信待ち状態のデータパケット数Nと同数のK個の空き無線チャネルを同時に使って、全て（K個）の送信待ち状態のデータパケットを同時に送信する。

ステップS16又はS17でデータパケットの送信を開始した後、パケットの送信が完了するまでステップS18で待機してからステップS11に戻る。

#### 【0058】

従って、例えば図10に示す時刻t1では、所定時間Tに渡って空き状態であることが検出された2つの無線チャネル（1），（2）が同時に存在するので、これらの無線チャネル（1），（2）を同時に使って互いに異なる2つのデータパケット（1），（2）を並列送信することができる。

受信側の無線局は、チャネル毎に各々のデータパケットの受信に成功すると送達確認信号Ackを返送する。

#### 【0059】

このように、空き無線チャネルが同時に複数存在する場合には、複数の空き無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを並列送信するので、単位時間で送信できるデータパケットの数を大幅に増やすことが可能になる。

また、図5に示すように送信処理の内容を変更してもよい。図5の例では、ステップS16又はS17でデータパケットの送信を開始した後、送信が完了するのを待つことなくステップS18BからS11に戻り、次の送信に備える。

#### 【0060】

従って、1つ又は複数の無線チャネルで既にデータパケットを送信している場

合であっても、新たな空き無線チャネルが現れた場合には、その空き無線チャネルを利用して次のデータパケットの送信を開始することができる。これにより、待ち時間を減らしてチャネルの利用効率を高めることができる。

#### 【0061】

なお、当然のことながら、前述の送信データフレーム系列が複数のデータフレームで構成されている場合であっても、1つ以上のデータフレームがデータパケットとして送信バッファ22上に保持されていれば、そのデータパケットを空き無線チャネルを利用して直ちに送信することができる。

一方、図2に示す無線局が無線信号の受信を行う場合には、各送受信処理部10の復調器15は、無線受信部14から入力される受信信号に対してそれぞれ復調処理を行う。復調処理の結果として得られるデータパケットはパケット選択部16に入力される。

#### 【0062】

パケット選択部16は、入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものか否かを識別する。すなわち、各データパケットには図4に示すようにヘッダとして宛先無線局のIDが含まれているので、そのIDが自局と一致するか否かを調べることにより、各データパケットが自局宛か否かを識別できる。

パケット選択部16に入力されたデータパケットが自局に対して送信されたものであった場合には、パケット選択部16は当該パケットをパケット順序管理部25に出力する。また、自局宛でないパケットを検出した場合には、パケット選択部16は当該パケットを破棄する。

#### 【0063】

パケット順序管理部25は、入力された各データパケットに付加されているシーケンス番号(図4参照)を調べ、受信した複数のデータパケットの並びを適切な順番、すなわちシーケンス番号順に並べ替える。その結果を受信データパケット系列としてヘッダ除去部26に出力する。

ヘッダ除去部26は、入力された受信データパケット系列に含まれている各々のデータパケットからヘッダ部分、すなわちシーケンス番号及び宛先無線局のID情報を含む制御情報を除去して元のデータフレームを抽出し、受信データフレ



ーム系列として出力する。

#### 【0064】

図2に示す無線局における受信処理の概略は図3に示すとおりである。

ステップS21では、全ての送受信処理部10で受信可能な複数（送受信処理部10の数と同数）の無線チャネルのそれぞれについて、データパケットの受信処理を実行する。パケットを受信した場合には、ステップS22でデータパケットに含まれている宛先無線局のIDを参照し、自局宛のパケットか否かを識別する。

#### 【0065】

自局宛のデータパケットを受信した場合にはステップS23でそのデータパケットの処理を実行し、自局宛でないデータパケットを受信した場合にはステップS24でそのデータパケットを破棄する。

ステップS22、S23、S24については、受信したデータパケットのそれぞれについて実行する。

#### 【0066】

以上のように、図2に示す無線局は複数の無線チャネルのそれぞれについて複数の送受信処理部10を同時に用いてデータパケットの受信を行うので、他の無線局が複数の無線チャネルを用いて同時に複数のデータパケットを並列に送信した場合であっても、全てのデータパケットを受信することができる。

#### （第2の実施の形態）

本発明の無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置のもう1つの実施の形態について、図6、図7及び図9を参照して説明する。この形態は、請求項6及び請求項7に対応する。

#### 【0067】

図6は送信処理（3）を示すフローチャートである。図7は送信処理（4）を示すフローチャートである。図9は空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

この形態では、図2に示す無線局と同様に、無線チャネル毎に独立した複数の送受信処理部10を備える無線局を2つ用いてこれらの無線局の間で無線回線を

介してデータパケットを伝送する場合を想定している。また、図示しないがこの形態では各送受信処理部 10 に、公知の空間分割多重技術（非特許文献 2 参照）を実現するための機能要素（例えば図 9 に示す要素）が付加されている。

#### 【0068】

空間分割多重技術を採用することにより、各々の無線チャネルで同時に複数の独立した無線信号を伝送することができる。空間分割多重を行う通信装置の構成及び動作について、図 9 を参照しながら説明する。

なお、図 9 に示す通信装置においては、空間分割多重（SDM）と符号化 COFDM（Coded OFDM）とを組み合わせた構成になっている。

#### 【0069】

図 9 に示す送信局 50 は、畳み込み符号化部 51、マッピング処理部 52、SDM-COFDM 用プリアンプル作成部 53、IFFT 処理部 54、無線送信部 55 及びアンテナ 56 を備えている。また、畳み込み符号化部 51、マッピング処理部 52、IFFT 処理部 54、無線送信部 55 及びアンテナ 56 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

#### 【0070】

また、図 9 に示す受信局 60 は、アンテナ 61、無線受信部 62、FFT 処理部 63、伝達係数推定部 64、混信補償処理部 65、重み係数推定部 66、乗算部 67、デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 を備えている。また、アンテナ 61、無線受信部 62、FFT 処理部 63、乗算部 67、デマッピング処理部 68 及びビタビ復号器 69 はそれぞれ多重数に対応する数だけ備わっている。

#### 【0071】

例えば図 9 において、送信側のアンテナ 56 (1) から送信される無線信号は、受信側の 2 つのアンテナ 61 (1)、61 (2) でそれぞれ受信される。また、送信側のアンテナ 56 (2) から送信される無線信号は、受信側の 2 つのアンテナ 61 (1)、61 (2) でそれぞれ受信される。

送信側のアンテナ 56 (1) から出力される無線信号とアンテナ 56 (2) から出力される無線信号とは、互いに周波数などが同一の無線チャネルで送信される。

## 【0072】

従って、受信側のアンテナ 61 (1) は同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に受信する。また、受信側のアンテナ 61 (2) も同一の無線チャネルで、送信側のアンテナ 56 (1) から送信された無線信号とアンテナ 56 (2) から送信された無線信号とを同時に受信する。

## 【0073】

一般的な通信においては、同一の無線チャネルで複数の無線信号が同時に送信されるとそれらが互いに混信を発生することになり、いずれの無線信号も正しく受信することができない。

ところが、図 9 に示すように送信側の複数のアンテナ 56 (1), 56 (2) の間隔が十分に大きく、受信側の複数のアンテナ 61 (1), 61 (2) の間隔も十分に大きい場合には、アンテナ 56 (1) から送信されてアンテナ 61 (1) で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ 56 (2) から送信されてアンテナ 61 (1) で受信される無線信号の伝搬経路との間、並びにアンテナ 56 (1) から送信されてアンテナ 61 (2) で受信される無線信号の伝搬経路とアンテナ 56 (2) から送信されてアンテナ 61 (2) で受信される無線信号の伝搬経路との間には十分に大きな経路差が生じる。

## 【0074】

従って、送信側のアンテナ 56 (1) から送信されて受信側の各アンテナ 61 (1), 61 (2) に届く無線信号に関する伝達係数と、送信側のアンテナ 56 (2) から送信されて受信側の各アンテナ 61 (1), 61 (2) に届く無線信号に関する伝達係数との間には大きな違いが生じる。

そこで、同じ無線チャネルで同時に送信された複数の無線信号を、それらの間の伝達係数の違いに対応する受信側のデジタル信号処理によって互いに分離することが可能になる。このため、例えば図 9 に示すように送信側に 2 つのアンテナ 56 (1), 56 (2) を設ける場合には、1 つの無線チャネルに 2 つの独立した無線信号を多重化して送信することが可能になる。

## 【0075】

図9に示す例では、送信局50に設けられた2つの畳み込み符号化部51(1)、51(2)のそれぞれの入力に、1つの無線チャネルで多重化して送信する複数のデータパケットCH(1)、CH(2)が入力される。各畳み込み符号化部51は、入力される送信信号に対して畳み込み符号化を行う。

#### 【0076】

図9に示す通信装置においては、データパケットとして無線信号を伝送する。各々のデータパケットには、SDM-COFDM用プリアンプル作成部53の作成したSDM-COFDM用プリアンプルがマッピング処理部52で付加される。このプリアンプルは、受信側で伝達係数の推定に利用される。

また、マッピング処理部52は変調方式に応じて複数のサブキャリアに対する信号のマッピングを行う。マッピング処理部52から出力された信号は、IFFT処理部54で逆フーリエ変換処理を施され、周波数領域から時間領域の信号に変換された後、無線送信部55で変調されOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交周波数分割多重) の無線信号として何れかのアンテナ56から送信される。

#### 【0077】

無線送信部55(1)が生成する無線信号と無線送信部55(2)が生成する無線信号とは同一の無線チャネルに割り当てられる。従って、送信信号CH(1)から生成されアンテナ56(1)から送信される無線信号と送信信号CH(2)から生成されアンテナ56(2)から送信される無線信号とは同時に同じ無線チャネルに送出される。

受信局60のアンテナ61(1)は送信側のアンテナ56(1)から送信された無線信号とアンテナ56(2)から送信された無線信号とをそれらが互いに干渉している状態で同時に同じ無線チャネルで受信する。また、アンテナ61(2)も送信側のアンテナ56(1)から送信された無線信号とアンテナ56(2)から送信された無線信号とを同時に同じ無線チャネルで受信する。

#### 【0078】

アンテナ61(1)及び無線受信部62(1)が受信する無線チャネルとアンテナ61(2)及び無線受信部62(2)が受信する無線チャネルとは同一のチャネルであり

、アンテナ 56 (1), 56 (2) から送信される無線信号のチャネルと同一である。

各々のアンテナ 61 (1), 61 (2) で受信された無線信号は、それぞれ無線受信部 62 (1), 62 (2) でベースバンド信号に変換され、サブキャリア毎に復調された後、FFT 処理部 63 (1), 63 (2) でフーリエ変換処理され、時間領域から周波数領域の信号に変換される。すなわち、サブキャリア毎に分離された信号が各 FFT 処理部 63 の出力に得られる。

#### 【0079】

一方、伝達係数推定部 64 は受信したデータパケットに含まれている伝達係数推定用プリアンプルを用いて、アンテナ 56 (1) - アンテナ 61 (1) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (2) - アンテナ 61 (1) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (1) - アンテナ 61 (2) 間の伝達係数と、アンテナ 56 (2) - アンテナ 61 (2) 間の伝達係数とを求め、それらを含む伝達係数行列の逆行列を求める。

#### 【0080】

混信補償処理部 65 は、伝達係数推定部 64 の求めた逆行列を用いて、各 FFT 処理部 63 の出力に得られる受信サブキャリア信号から、アンテナ 56 (1) で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号と、アンテナ 56 (2) で送信された無線信号に対応する送信サブキャリア信号とを互いに分離して求める。

図 9 の通信装置においては、混信補償処理部 65 における干渉補償により受信サブキャリア信号の信号振幅は一定になるので、軟判定ビタビ復号への尤度情報が一定になる。従って、軟判定ビタビ復号の誤り訂正効果を十分に利用しているとはいえない。

#### 【0081】

そこで、尤度情報を得るため、重み係数推定部 66 は多重された各信号の SNR に基づく振幅重み係数を伝達係数推定部 64 の推定した前記逆行列から推定する。

各乗算部 67 (1), 67 (2) は、混信補償処理部 65 で干渉補償された各受信サブキャリア信号に、重み係数推定部 66 が求めた振幅重み係数を乗算する。

#### 【0082】

また、多重化された各無線信号から生成された各受信サブキャリア信号は、同

期検波された後、変調方式に応じてデマッピング処理部 68 でマッピングの逆の処理を受け、復調出力としてビタビ復号器 69 に入力される。

ビタビ復号器 69 は、軟判定ビタビ復号処理を行って受信信号の誤り訂正を行う。なお、図 9 に示す通信装置の具体的な動作原理については、非特許文献 2 に開示されている。

#### 【0083】

この形態では、本発明の実施に用いる各無線局が、同時に利用可能な複数の無線チャネルのそれぞれについて、図 9 に示すような送信局 50 の各構成要素及び受信局 60 の各構成要素を備えていることを想定している。

このため、例えば各無線局が 3 つの送受信処理部 10 を備えている場合に、1 つの無線チャネルあたり 2 つの無線信号を空間分割多重することを想定すると、 $(3 \times 2)$  個の無線信号を同時に伝送することが可能になる。

#### 【0084】

この形態の各無線局は、送信処理として図 6 に示すような動作を行う。図 6 に示す動作について以下に説明する。なお、受信処理については第 1 の実施の形態と同様である。

図 6 のステップ S11 では、図 1 と同様に各送受信処理部 10 のキャリア検出部 17 を用いて空き無線チャネルを検索する。検出した空き無線チャネルの総数を  $N$  とする。空き無線チャネルを 1 つ以上検出した場合には S12 から次のステップ S13 に進む。

#### 【0085】

ステップ S13 では、送信バッファ 22 上で送信待ち状態にあるデータパケット（まだ送信開始していないもの）の数  $K$  を送信バッファ 22 から取得する。

送信待ち状態のデータパケット数  $K$  が 1 以上であれば、ステップ S14 から次の S15 に進み、データパケット数  $K$  と空き無線チャネルの総数  $N$  とを比較する。そして  $(K > N)$  であれば空間分割多重併用モードになってステップ S15 から S31 に進み、 $(K \leq N)$  であればステップ S15 から S17 に進む。

#### 【0086】

ステップ S17 では、送信待ち状態のデータパケット数  $N$  と同数の  $K$  個の空き

無線チャネルを同時に使って、全て ( $K$  個) の送信待ち状態のデータパケットを同時に送信する。この場合には空間分割多重は用いない。

ここでは、空間分割多重併用モードで 1 無線チャネルあたり  $L$  個 (定数) までの無線信号を多重化できることを想定している。

#### 【0087】

ステップ S 3 1 では、データパケット数  $K$  と  $N$  個の全ての空き無線チャネルで同時に送信可能な無線信号の数 ( $N \cdot L$ ) とを比較する。そして ( $K > (N \cdot L)$ ) であればステップ S 3 2 に進み、( $K \leq (N \cdot L)$ ) であればステップ S 3 3 に進む。

ステップ S 3 2 では、全ての空き無線チャネル ( $N$  個) を同時に使い、チャネルあたり  $L$  個の無線信号を多重化し、( $N \cdot L$ ) 個のデータパケットを同時に送信する。

#### 【0088】

ステップ S 3 3 では、全ての空き無線チャネル ( $N$  個) を同時に使い、空間分割多重を併用して  $K$  個のデータパケットを同時に送信する。チャネルあたりの空間分割多重数については、 $\text{floor}(K/N)$  以上かつ  $\text{ceil}(K/N)$  以下の必要最小限の数とする。なお、 $\text{floor}(x)$  は  $x$  以下の最大の整数 (つまり切り下げ) を表し、 $\text{ceil}(x)$  は  $x$  以上の最小の整数 (つまり切り上げ) を表す。

#### 【0089】

ステップ S 3 2, S 3 3 又は S 1 7 でデータパケットの送信を開始した後、パケットの送信が完了するまでステップ S 1 8 で待機してからステップ S 1 1 に戻る。

なお、図 6 に示す送信処理の代わりに図 7 に示す処理を行ってもよい。図 7 においては、ステップ S 3 3 B の処理が図 6 と異なっている。

#### 【0090】

ステップ S 3 3 B では、検出された空き無線チャネルの中から ( $\text{ceil}(K/L)$ ) 個の無線チャネルを選択し、選択した ( $\text{ceil}(K/L)$ ) 個の無線チャネルを同時に使って  $K$  個のデータパケットを同時に送信する。( $\text{ceil}(K/L) \geq 2$ ) の場合には、少なくとも ( $\text{ceil}(K/L) - 1$ ) 個の無線チャネルにおい

て、チャンネルあたりL個の無線信号を多重化することになる。

#### 【0091】

なお、各無線局の受信処理については図3と同様であるが、空間分割多重された無線信号を受信する場合には、1つの無線チャンネルあたり複数のデータパケットを同時に受信処理することになる。

#### (第3の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置のもう1つの実施の形態について、図8を参照して説明する。

#### 【0092】

図8は送信処理(5)を示すフローチャートである。この形態は第1の実施の形態の変形例であり、使用する各無線局については図2と同じ構成を想定している。

この形態では、各無線局の送信処理の内容が図8のように変更されている。受信処理については第1の実施の形態と同様である。図8に示す動作について以下に説明する。

#### 【0093】

図8のステップS11では、図1と同様に各送受信処理部10のキャリア検出部17を用いて空き無線チャンネルを検索する。空き無線チャンネルを1つ以上検出した場合にはS12から次のステップS13に進む。

ステップS13では、送信バッファ22上で送信待ち状態にあるデータパケット(まだ送信開始していないもの)の数Kを送信バッファ22から取得する。

#### 【0094】

送信待ち状態のデータパケット数Kが1以上であれば、ステップS41に進み、待ち状態のデータパケットが存在しない場合にはステップS11に戻る。

ステップS41では、ステップS11で検出されたN個の空き無線チャンネルの中で所定の条件を満たすチャンネルだけを選択する。選択したチャンネルの数をN2とする。

#### 【0095】

選択する条件の具体例として、周波数などが互いに隣接する無線チャンネルは同



時に選択しないことが考えられる。すなわち、送信電力の一部分が隣接する無線チャンネルに漏洩するような場合には、隣接する複数の無線チャンネルを同時に使用して送信すると、漏洩電力によってパケット受信誤りが発生する可能性が高い。そこで、互いに隣接する無線チャンネルを同時に選択するのを避けることにより、パケット受信誤りの発生を抑制できる。

#### 【0096】

次のステップS15では、データパケット数 $K$ と選択した空き無線チャンネルの数 $N2$ とを比較する。そして( $K > N2$ )であればステップS15からS42に進み、( $K \leq N2$ )であればステップS15からS17に進む。

ステップS17では、 $N2$ 個の無線チャンネルの中で $K$ 個の無線チャンネルを同時に使い、全て( $K$ 個)の送信待ち状態のデータパケットを同時に送信する。

#### 【0097】

ステップS42では、 $N2$ 個の無線チャンネルを同時に使い、 $N2$ 個の送信待ち状態のデータパケットを同時に送信する。

ステップS17又はS42でデータパケットの送信を開始した後、パケットの送信が完了するまでステップS18で待機してからステップS11に戻る。

#### (第4の実施の形態)

本発明の無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置のもう1つの実施の形態について、図12及び図13を参照して説明する。この形態は、請求項9、請求項10、請求項12及び請求項13に相当する。

#### 【0098】

図12は送信処理(6)を示すフローチャートである。図13は送信処理(7)を示すフローチャートである。

この形態は、第2の実施の形態の変形例であり、各無線局における送信処理が図12に示すように変更されている。各無線局の構成並びに受信処理については第2の実施の形態と同様である。

#### 【0099】

図12においては、ステップS14とS18との間の処理の内容が変更されている。ステップS14の後の処理PR1においては、無線チャンネルの空き状況、

送信バッファ 22 内のデータパケット数、要求品質及びスループットを含む予め定めた条件に基づいて、ステップ S 66, S 67, S 68 のうちの何れの送信処理を行うか識別する。なお、図 12 では要求品質及びスループットの条件については記載が省略されている。

#### 【0100】

すなわち、送信すべきデータパケット数  $K$  が 1 の場合にはステップ S 66 に進む。また、送信すべきデータパケット数  $K$  が 2 以上ならステップ S 62 で空き無線チャンネル数  $N$  を調べ、 $(N=1)$  ならステップ S 68 に進み、 $(N>1)$  ならステップ S 63 に進む。

ステップ S 63 では、データパケット数  $K$  と  $(N, L)$  とを比較する。 $(K>N)$  かつ  $(K>L)$  であればステップ S 64 に進み、 $(K\leq N)$  あるいは  $(K\leq L)$  であればステップ S 65 に進む。

#### 【0101】

ステップ S 64 では  $N$  と  $L$  とを比較し、 $(N\geq L)$  であればステップ S 67 に進み、 $(N<L)$  であればステップ S 68 に進む。また、ステップ S 65 では  $N$  と  $K$  とを比較し、 $(N\geq K)$  であればステップ S 67 に進み、 $(N<K)$  であればステップ S 68 に進む。

ステップ S 66 では 1 つの空き無線チャンネルを使って、1 個のデータパケットを単独で送信する。ステップ S 67 では、複数個の空き無線チャンネルを同時に使用し、同じ数の複数個のデータパケットを同時に送信する。ステップ S 68 では、1 つの空き無線チャンネルを使って、空間分割多重を併用し複数個のデータパケットを同時に送信する。

#### 【0102】

この形態では、予め次の条件 1 及び条件 2 が同時に与えられ、かつ条件 2 よりも条件 1 を優先する場合を想定している。

条件 1：空間分割多重と複数チャンネル併用のうち、同時送信可能なデータパケット数が多いものを優先的に利用する。

条件 2：空間分割多重よりも複数チャンネル併用を優先的に利用する。

#### 【0103】

つまり、図 12 の送信処理においては、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第 1 のモード (S 6 6) と、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第 2 のモード (S 6 8) と、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第 3 のモード (S 6 7) との何れかを、検出した空き無線チャネル数や送信待ち状態のデータパケット数に基づいて選択する。

#### 【0104】

図 12 の変形例が図 13 に示されている。なお、図 13 において図 12 と対応するステップには同じ番号を付けて示してある。

図 12 にはステップ S 6 9 が追加されており、ステップ S 6 3 の条件を満たす場合にはステップ S 6 9 を実行する。ステップ S 6 9 では、必要に応じて空間分割多重を併用し、複数の空き無線チャネルを同時に使用して複数のデータパケットを同時に送信する。

#### 【0105】

つまり、図 13 の送信処理においては、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用しない第 1 のモード (S 6 6) と、単一の無線チャネルだけを用い空間分割多重を併用する第 2 のモード (S 6 8) と、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用しない第 3 のモード (S 6 7) と、複数の無線チャネルを同時に用い空間分割多重を併用する第 4 のモード (S 6 9) との何れかを、検出した空き無線チャネル数や送信待ち状態のデータパケット数に基づいて選択する。

#### 【0106】

##### 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、同時に複数の無線チャネルが空き状態であれば、複数の独立したデータパケットを同時に並列送信するので、最大スループットが大幅に改善される。

また、データパケットの送信中に新たに空き無線チャネルが現れた場合に、その空き無線チャネルを利用して次のデータパケットを並列送信することにより、無線チャネルの利用効率が改善され、最大スループットだけでなく実質的なスループットも改善される。

## 【0107】

更に、検出した空き無線チャネルの数と送信待ち状態のデータパケット数とに基づいて並列送信するデータパケット数を適切に決めることにより、実質的なスループットを更に改善することが可能である。

また、受信する際に、複数の無線チャネルでそれぞれ同時に受信処理を行い、受信したデータパケットのうち自局宛のパケットだけを選択的に抽出し他局宛のパケットを破棄することにより、任意の時刻に各無線チャネルで送信された全てのデータパケットを受信することが可能になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

送信処理（1）を示すフローチャートである。

## 【図2】

第1の実施の形態の無線局の構成を示すブロック図である。

## 【図3】

受信処理を示すフローチャートである。

## 【図4】

第1の実施の形態のデータパケットの構成を示す模式図である。

## 【図5】

送信処理（2）を示すフローチャートである。

## 【図6】

送信処理（3）を示すフローチャートである。

## 【図7】

送信処理（4）を示すフローチャートである。

## 【図8】

送信処理（5）を示すフローチャートである。

## 【図9】

空間分割多重を行う通信装置の構成例を示すブロック図である。

## 【図10】

各無線チャネルの利用例を示すタイムチャートである。

## 【図 1 1】

従来例の無線局の構成を示すブロック図である。

## 【図 1 2】

送信処理 (6) を示すフローチャートである。

## 【図 1 3】

送信処理 (7) を示すフローチャートである。

## 【符号の説明】

- 10 送受信処理部
- 11 変調器
- 12 無線送信部
- 13 アンテナ
- 14 無線受信部
- 15 復調器
- 16 パケット選択部
- 17 キャリア検出部
- 21 ヘッダ付加部
- 22 送信バッファ
- 23 送信チャネル選択制御部
- 24 パケット振り分け送信制御部
- 25 パケット順序管理部
- 26 ヘッダ除去部
- 50 送信局
- 51 畳み込み符号化部
- 52 マッピング処理部
- 53 SDM-COFDM用プリアンブル作成部
- 54 IFFT処理部
- 55 無線送信部
- 56 アンテナ
- 60 受信局

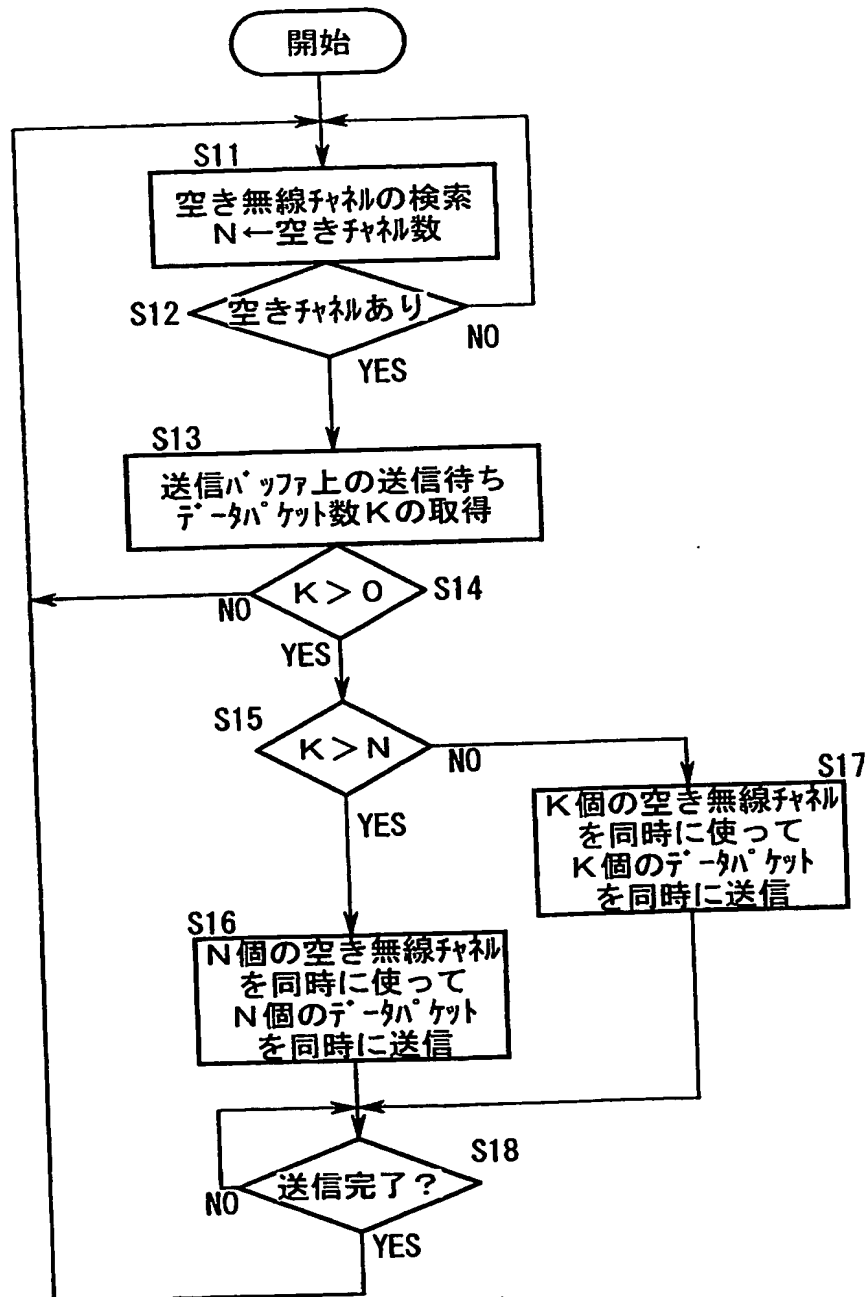
- 6 1 アンテナ
- 6 2 無線受信部
- 6 3 F F T 処理部
- 6 4 伝達係数推定部
- 6 5 混信補償処理部
- 6 6 重み係数推定部
- 6 7 乗算部
- 6 8 デマッピング処理部
- 6 9 ビタビ復号器

【書類名】

図面

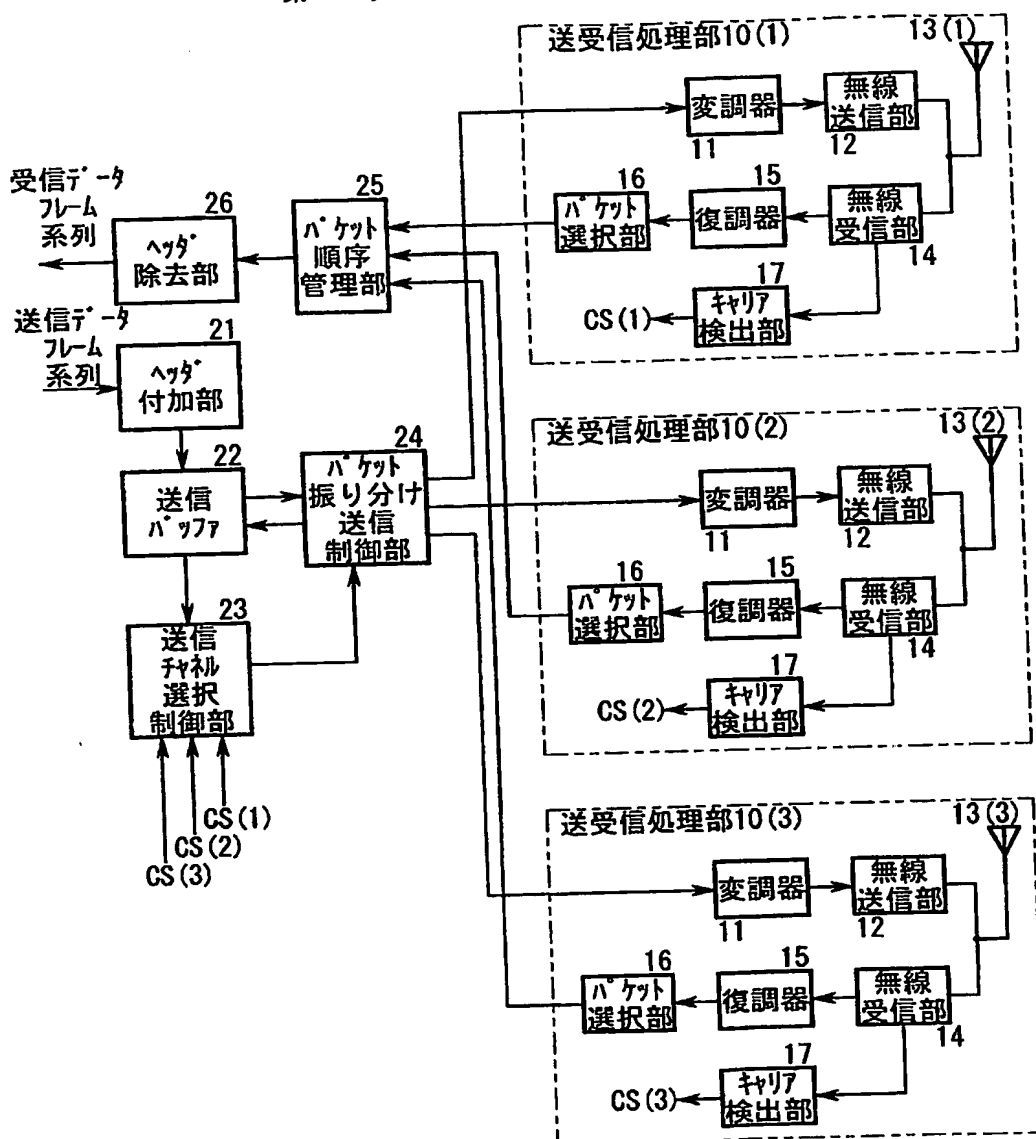
【図1】

## 送信処理(1)



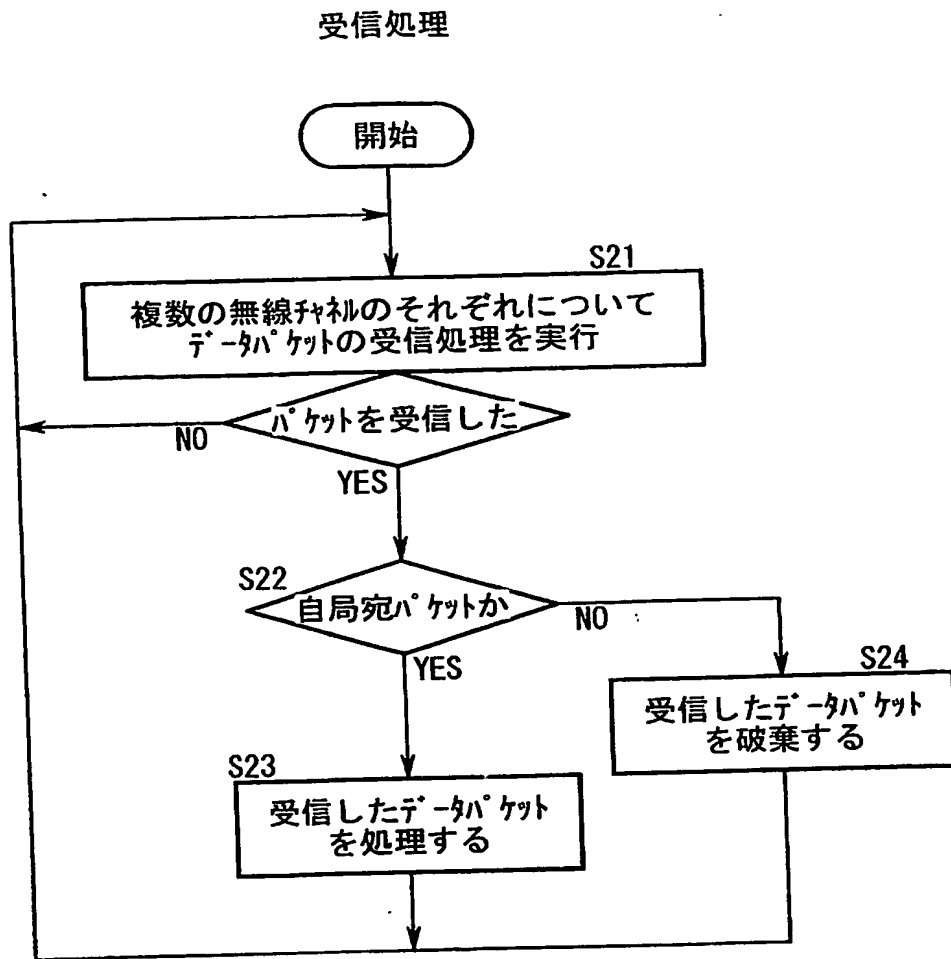
【図 2】

第 1 の実施の形態の無線局の構成



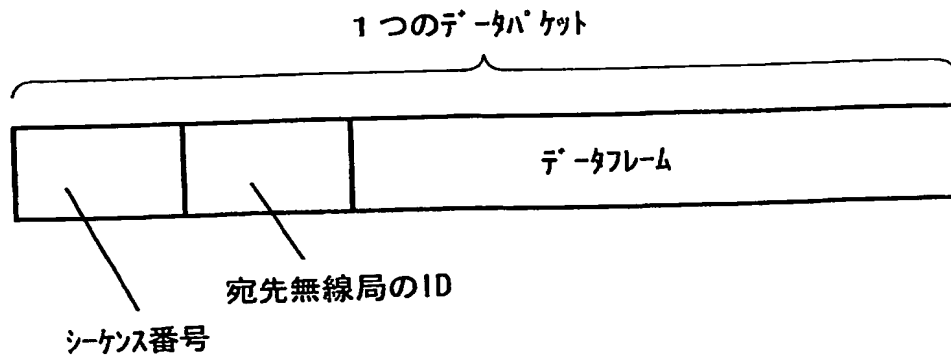


【図 3】



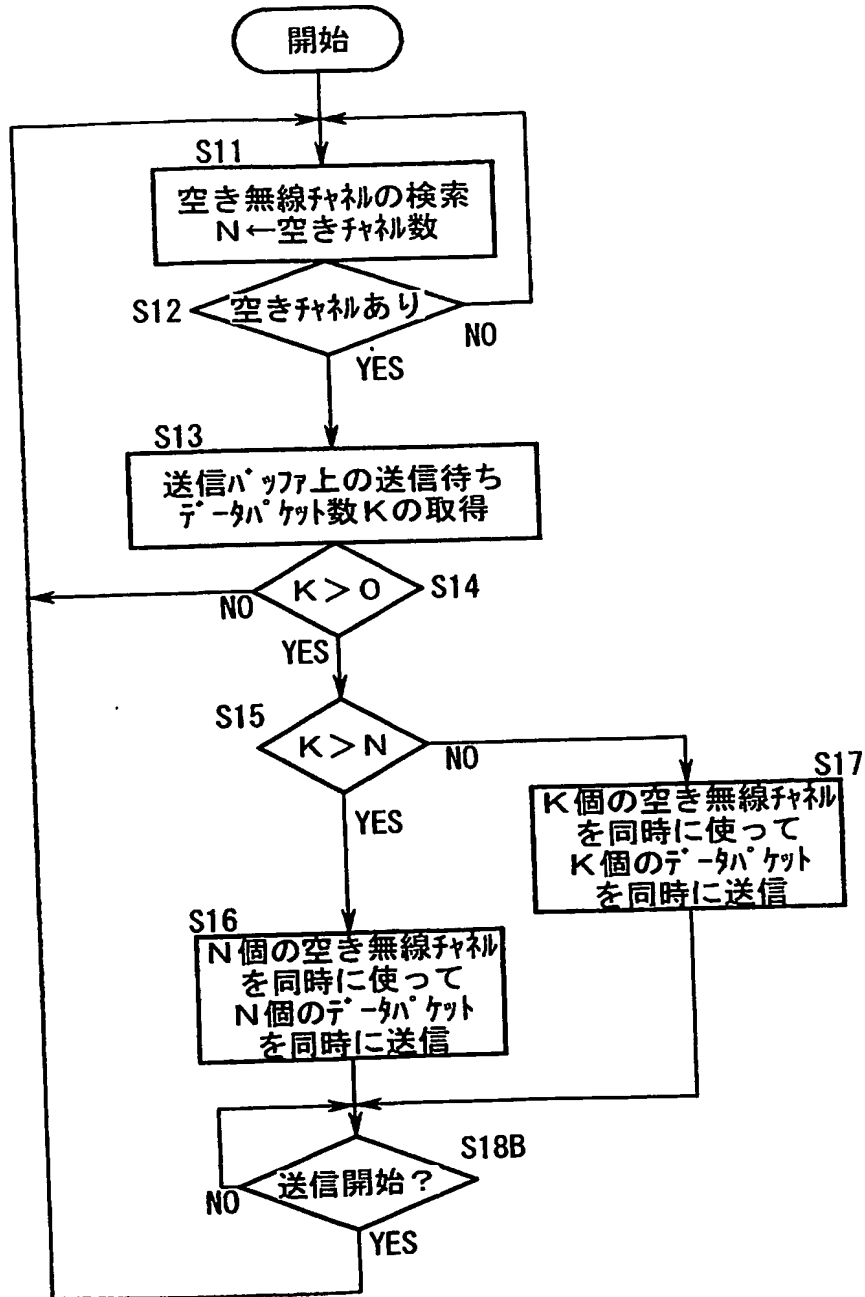
【図 4】

第 1 の実施の形態のデータパケットの構成



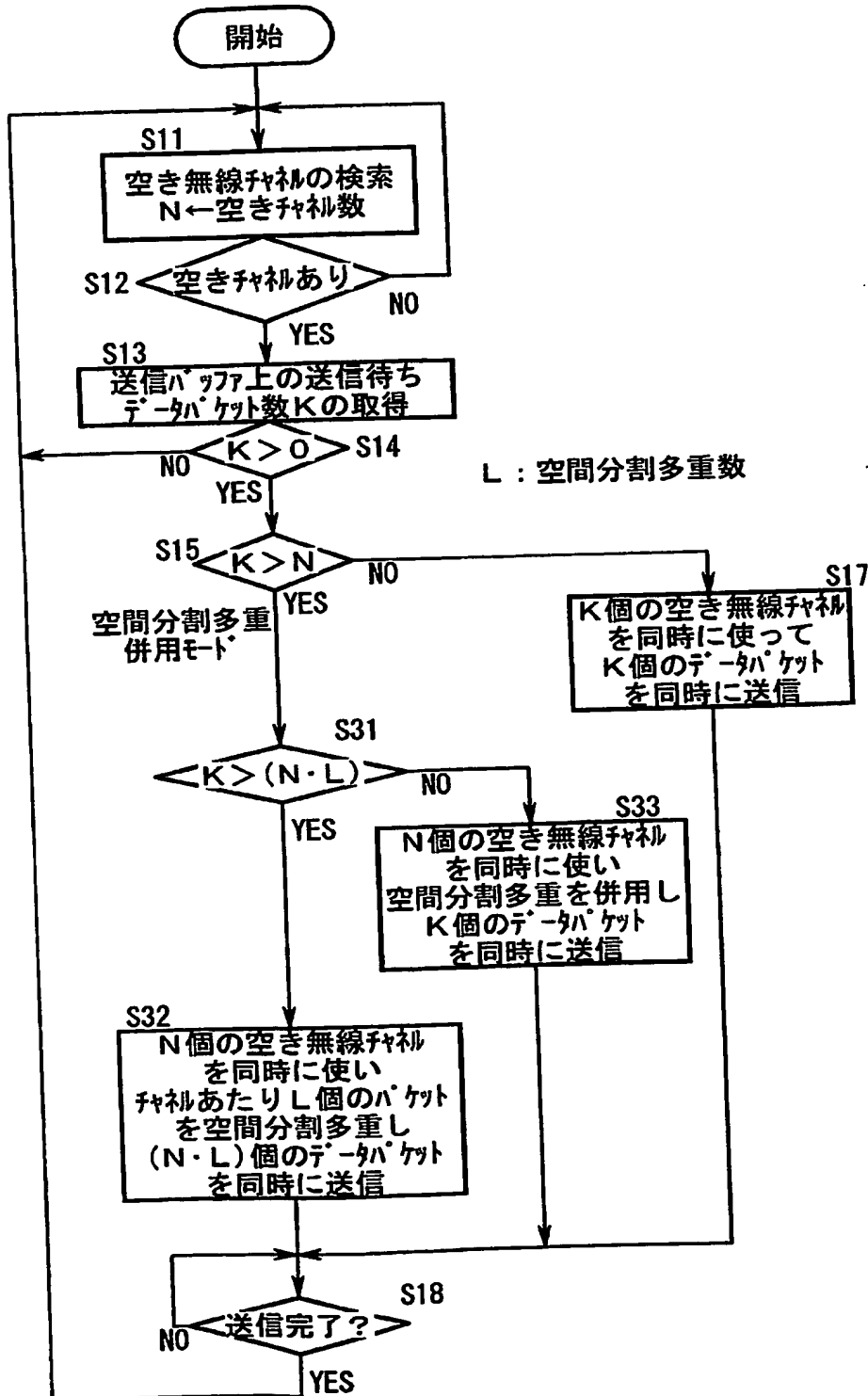
【図 5】

送信処理 (2)



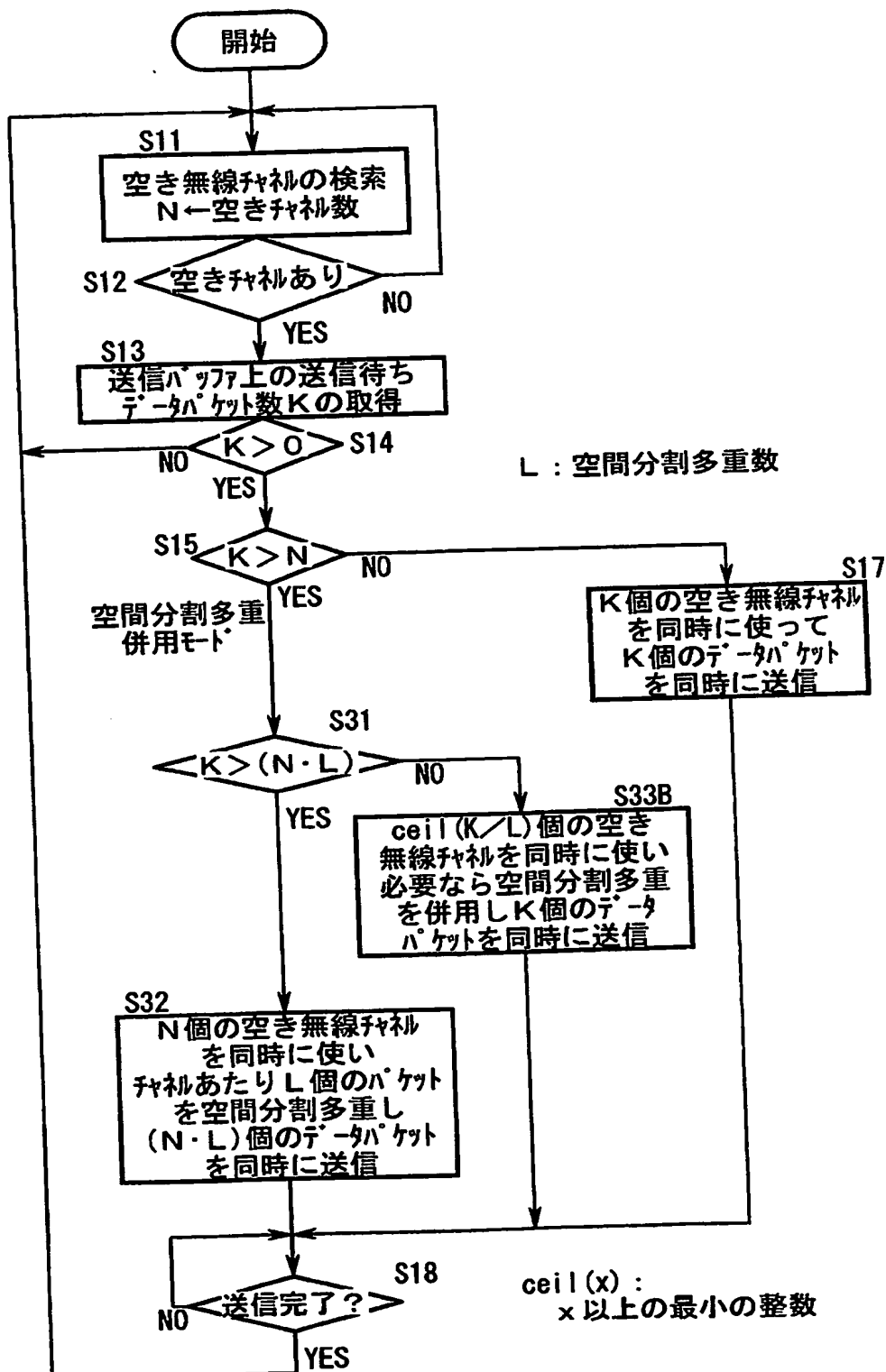
【図 6】

## 送信処理 (3)



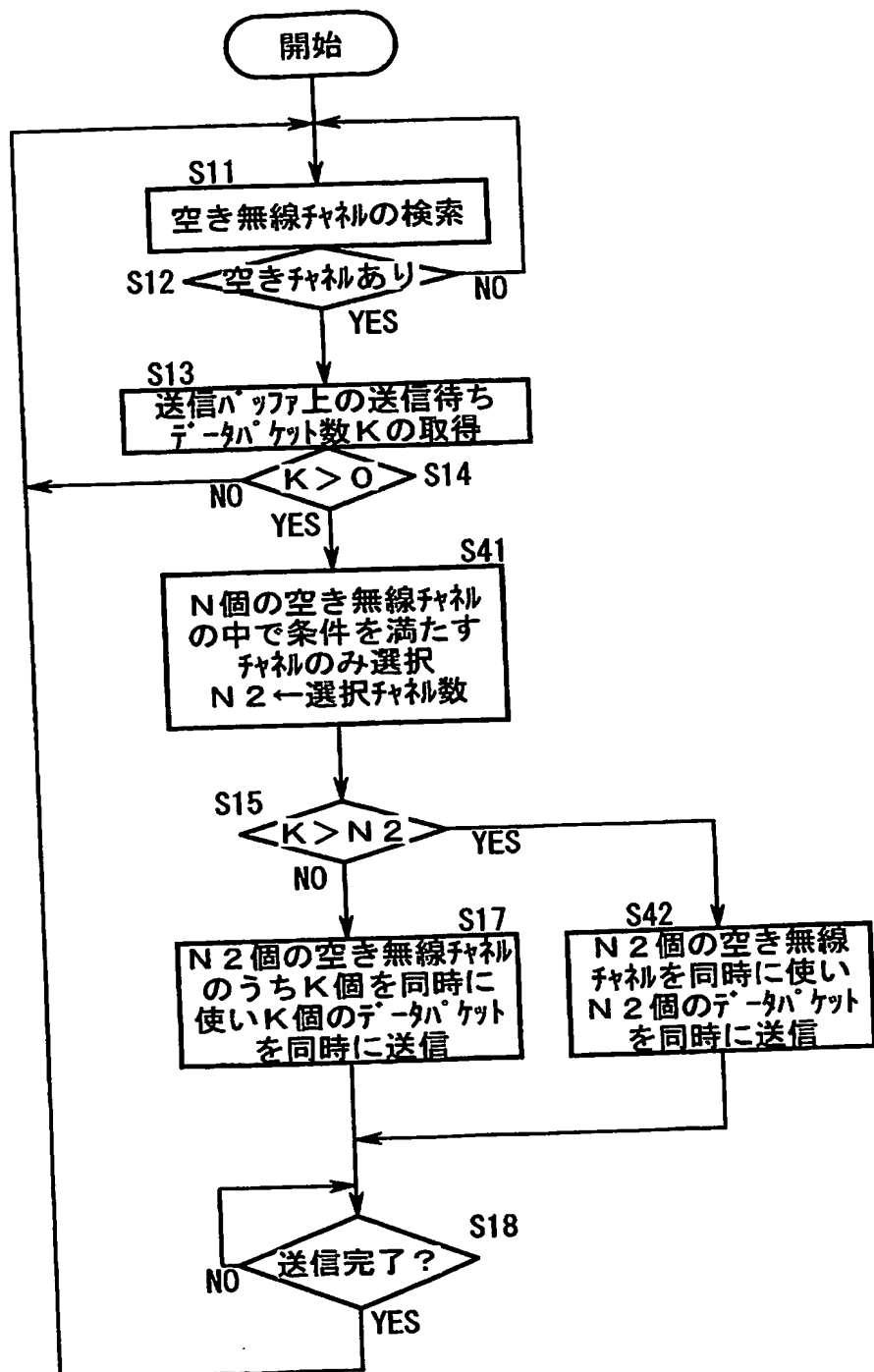
【図 7】

## 送信処理 (4)



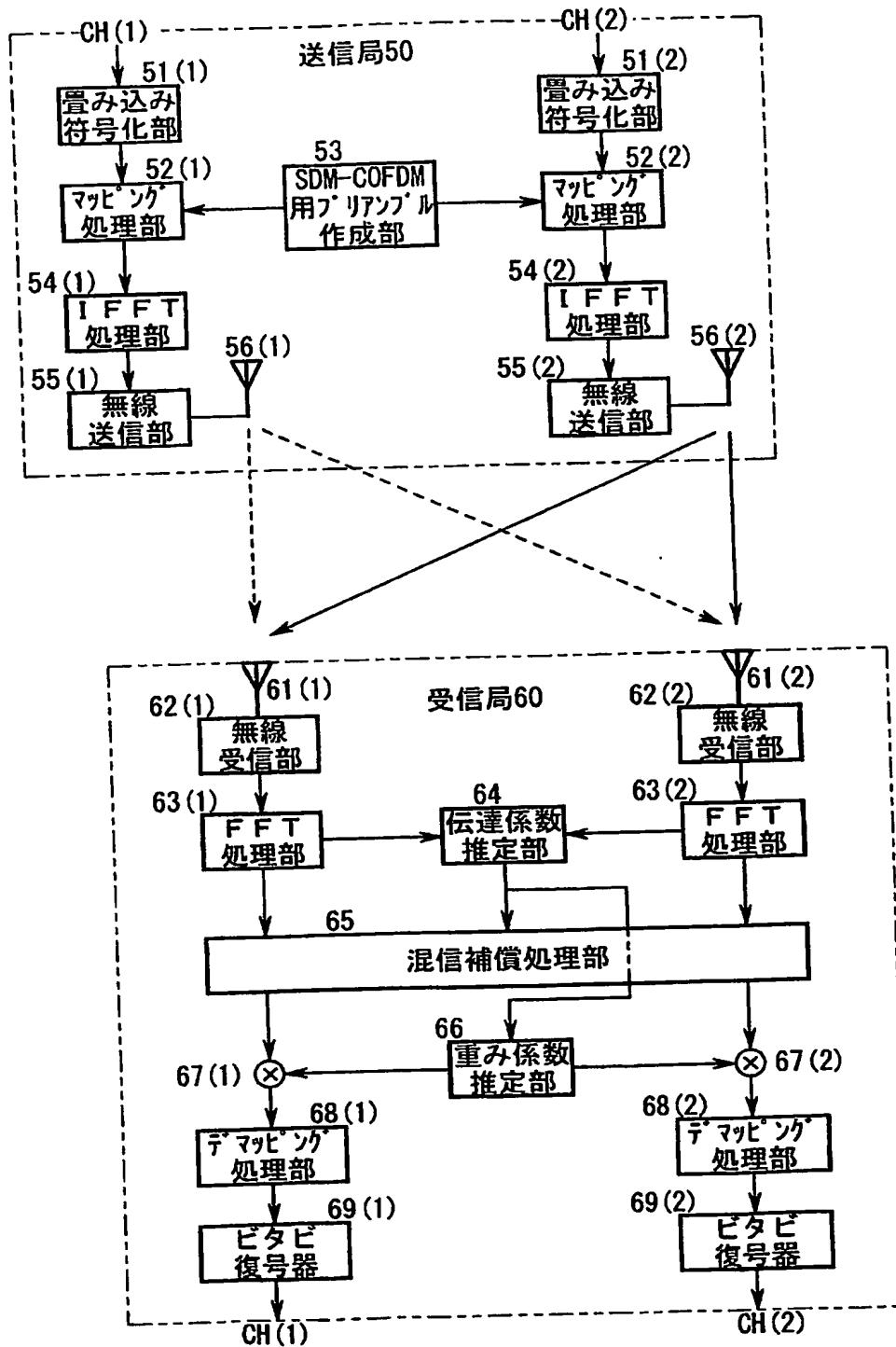
【図 8】

送信処理 (5)



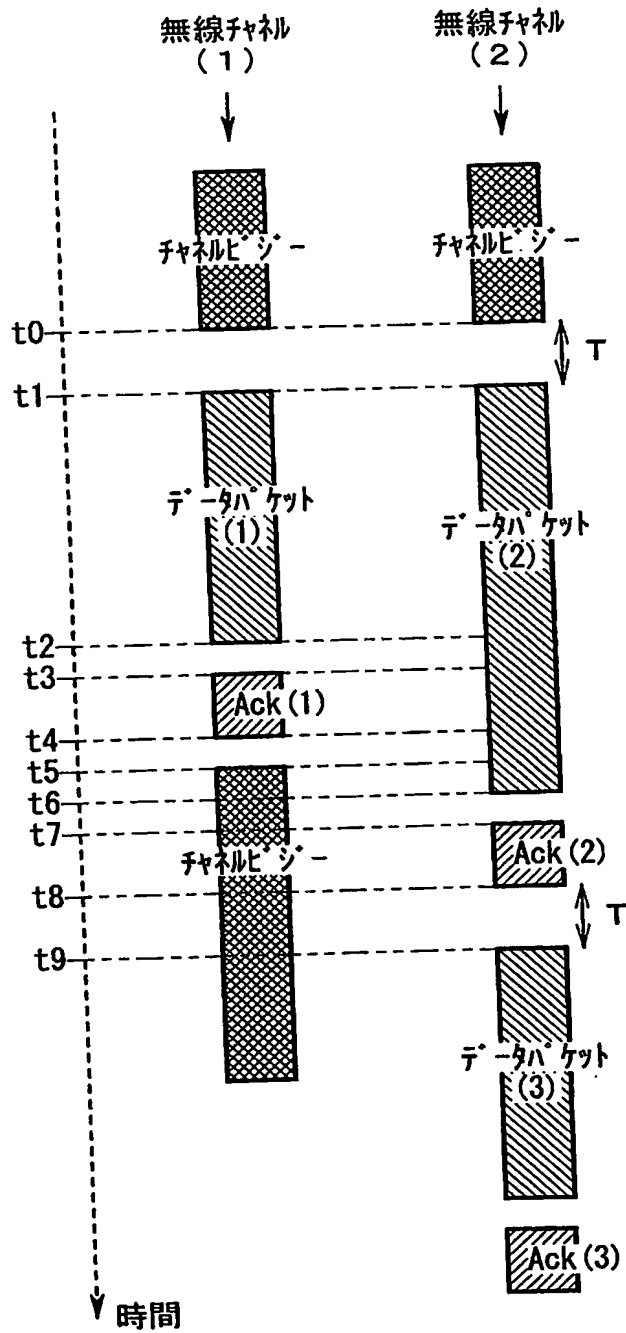
【図 9】

空間分割多重を行う通信装置の構成例



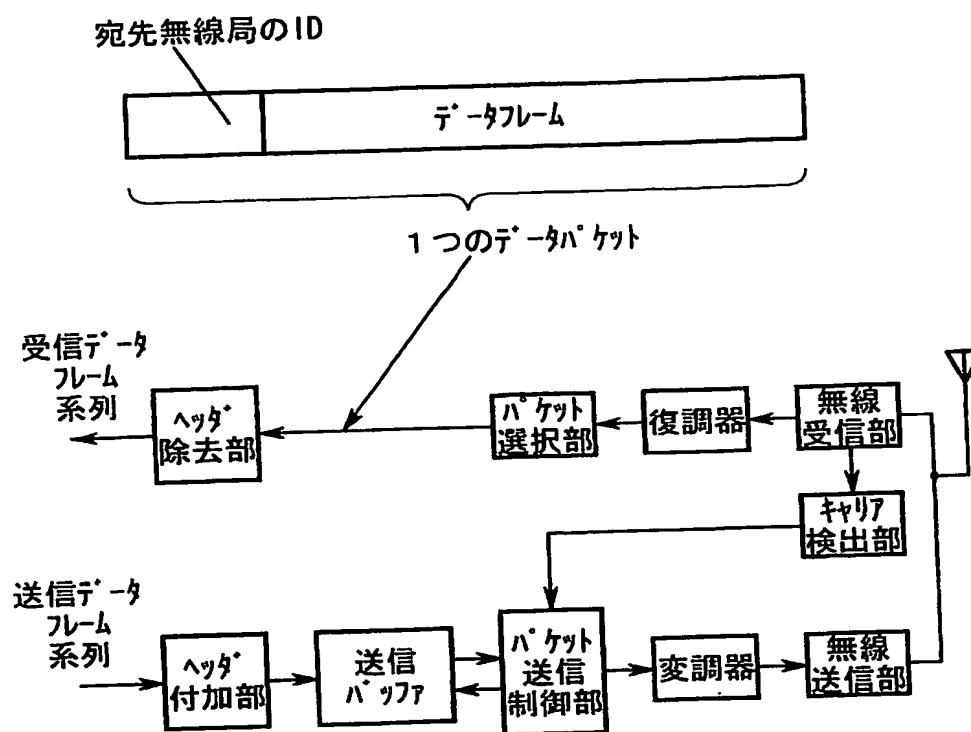
【図 10】

各無線チャネルの利用例



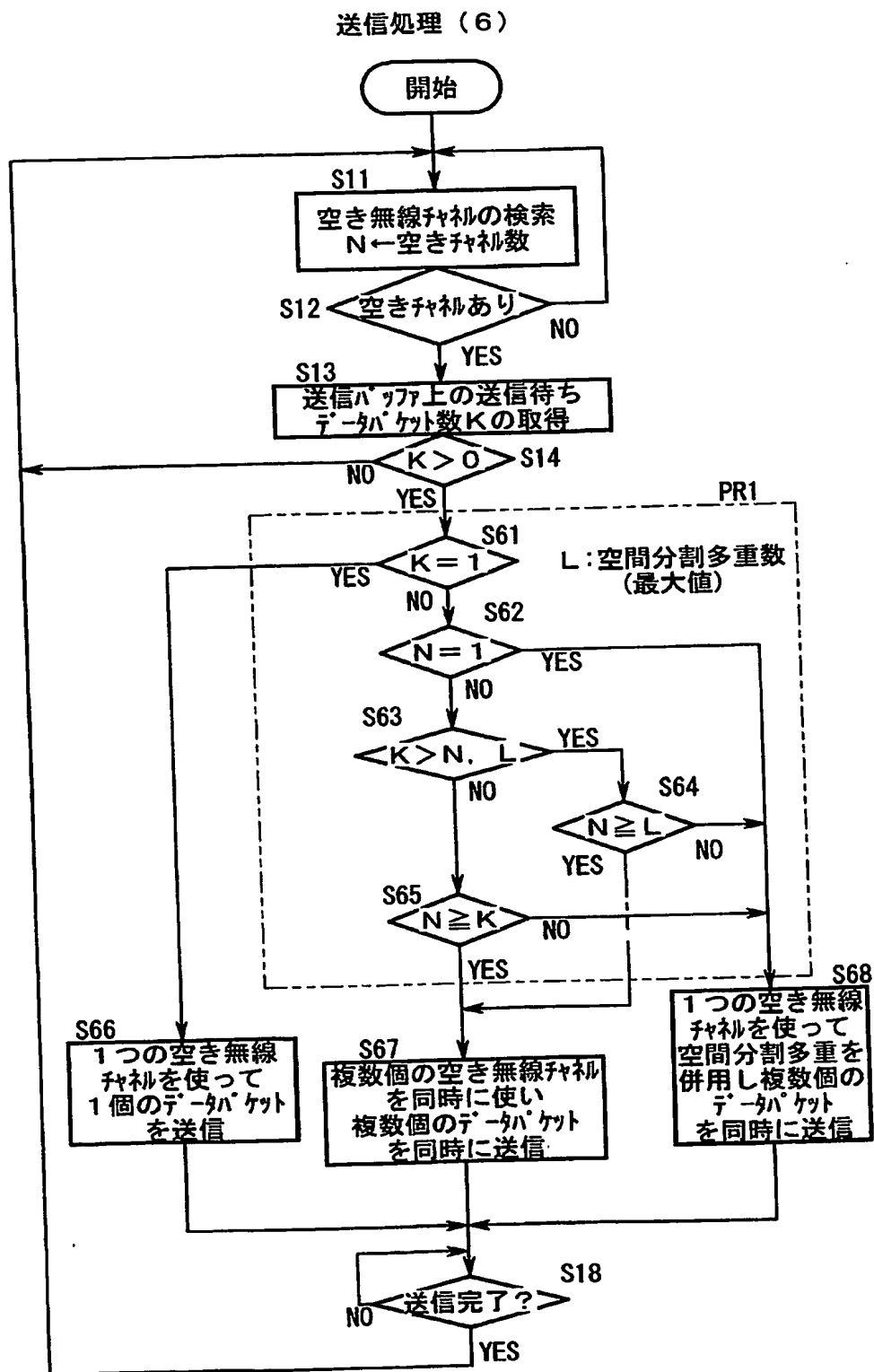
【図 11】

従来例の無線局の構成

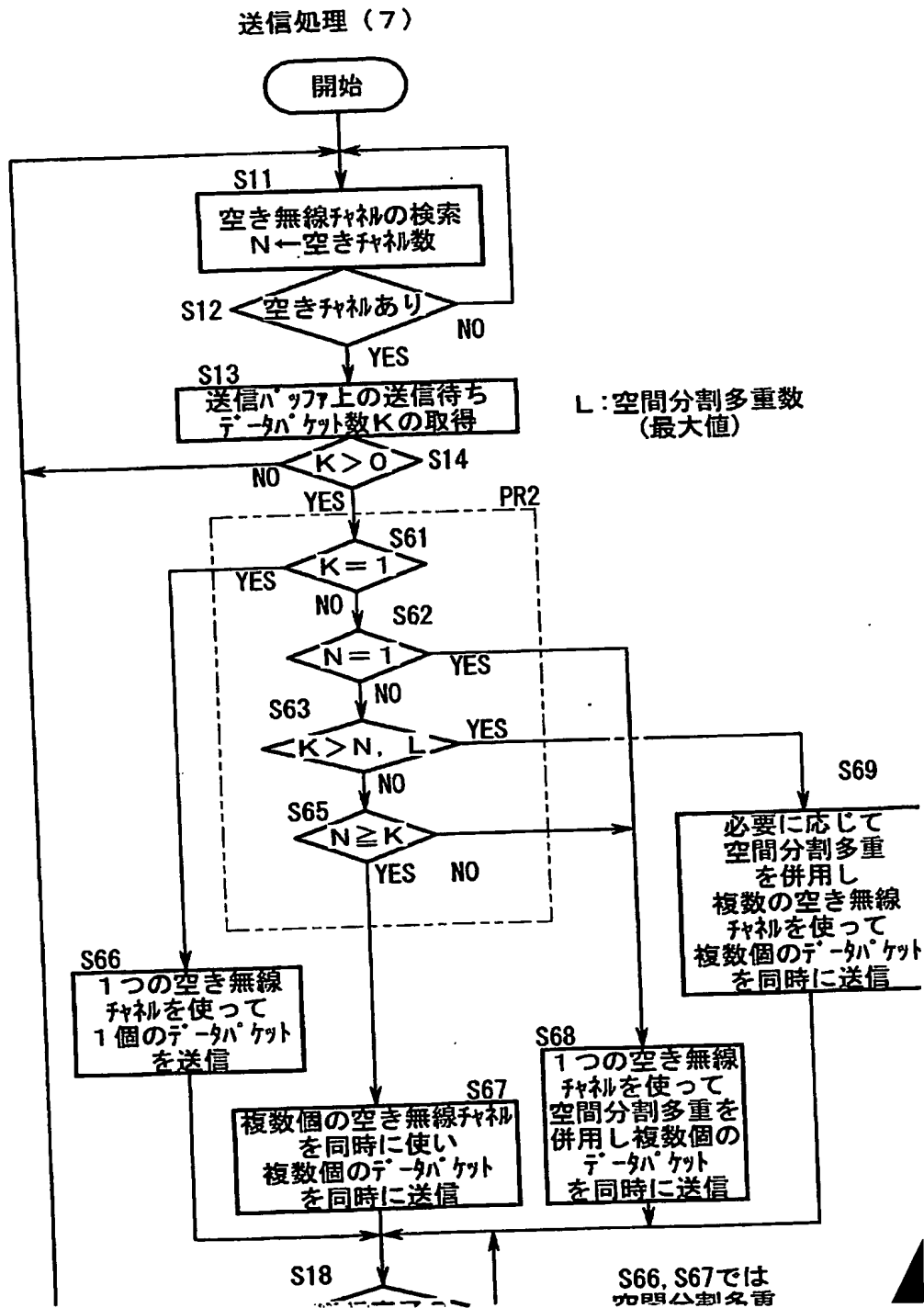




【図 12】



【図13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明はスループットの大幅な向上が可能な無線パケット通信方法及び無線パケット通信装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 複数の無線チャネルの利用が可能な2つの無線局の間で無線通信を行い、複数のデータパケットを前記無線局同士の間で伝送するための無線パケット通信方法において、送信を行う無線局が、パケットの送信に先立って予め定められた複数の無線チャネルの空き状況をそれぞれ検出し、同時に複数の無線チャネルが空いていることを検出した場合には、互いに異なる複数のデータパケットをそれぞれ異なる複数の空いている無線チャネルを用いて並列送信することを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2003-173914

出願人履歴情報

識別番号

[000004226]

1. 変更年月日

1999年 7月15日

[変更理由]

住所変更

住所

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

氏名

日本電信電話株式会社